

POTENSI TERJADINYA EROSI TANAH SETELAH KEBAKARAN HUTAN DI YUNANI DAN CARA MEREHABILITASINYA

Yayuk Purwaningrum

Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Islam Sumatera Utara
Email : yayuk_dadan@yahoo.com

ABSTRAK

Pada tanggal 21 Agustus 2006 terjadi kebakaran besar hutan pinus, yaitu seperlima dari Semanjung Di Utara Yunani habis terbakar. Untuk menilai seberapa besar potensi erosi tanah akibat kebakaran hutan serta cara rehabilitasi yang sesuai untuk penanganannya digunakan penilaian kuantitatif. Setelah terjadi kebakaran untuk melindungi tanah terhadap erosi menerapkan metode kontur -log pada lereng bukit yaitu bekas pohon-pohon yang terbakar serta cabangnya ditumpuk dilekeng bukit untuk menahan erosi. Menurut informasi Geografis potensi erosi tanah sebelum kebakaran ditemukan 2,8 t/h/tahun setelah kebakaran hutan 29,5 ton/h/tahun setelah direhabilitasi erosi tanah 21,3 t/h/tahun. Model USLE berhasil digunakan dalam perencanaan rehabilitasi tetapi tidak dapat digunakan dalam pengukuran secara kuantitatif kerugian erosi tanah setelah terjadi kebakaran.

Kata kunci : Erosi tanah, Wildland api, Rehabilitasi

PENDAHULUAN

Akibat kebakaran daerah Mediterania keseimbangan ekosistem alami terganggu, terutama proses hidrologi air, fisik dan kimia tanah, terjadi erosi tanah secara signifikan, hilangnya sebagian vegetasi, dan mengurangi infiltrasi air, kapasitas menyimpan air berkurang, dan agregat partikel tanah tidak stabil. Di Mediterania, mempercepat terjadinya erosi setelah kebakaran hutan, karena curah hujan cukup tinggi di daerah tersebut, serta serasah tanah tipis di daerah tersebut, sehingga akan mempercepat erosi tanah.

Untuk menilai sejauh mana dan berapa besar erosi tanah akibat

kebakaran hutan serta langkah-langkah yang diambil untuk merahabilitasi hutan digunakan penilaian secara kuantitatif dengan system GIS (Sistem Informasi Geografis). Ada beberapa model yang sederhana untuk memperkirakan erosi tanah yaitu WEPP, LISEM, AGNPS, Krim, HSPF, dll). Model matematika yang paling sederhana untuk memperkirakan erosi tanah per tahun adalah dengan USLE (Universal Soil Loss Equation) dimana : $A = R \times K \times L \times S \times C \times P$; A = Erosi tanah (t/h/th); R = indeks erosivitas hujan; K = tingkat erodibilitas tanah; LS = faktor panjang lereng (L) kemiringan lereng(S); C = faktor tanaman (C); P = Faktor usaha pencegahan erosi.

BAHAN DAN METODE

1. Study Area

Pada tanggal 21 Agustus 2006 terjadi kebakaran besar hutan pinus yang berusia 30 tahun dengan tinggi pohon 10-15 m, yaitu seperlima dari Semanjung Di Utara Yunani habis terbakar, membakar 77km dari 353 km Semanjung, dengan ketinggian bukit 146 m, kemiringan lereng 30%, rata-rata tahunan curah hujan 600mm, suhu minimum 5 °C dan maksimum 30 °C, vegetasi tipis dan lapisan serasah tipis dan terfragmentasi karena penggembalaan intensif pada masa lalu, Kecepatan angin sangat kuat (56km/jam) dengan asumsi api membakar seragam di semua area.

2. Model Deskripsi dan Dataset

Untuk mengukur kehilangan erosi tanah akibat kebakaran hutan digunakan Model USLE dimana $A = R \times K \times L \times S \times C \times P$; dimana : A = Erosi tanah (t/h/th); R = indeks erosivitas hujan; K = tingkat erodibilitas tanah; LS = faktor panjang lereng (L) kemiringan lereng(S); C = faktor tanaman (C); P = Faktor usaha pencegahan erosi.

LS adalah rasio tanah yang hilang dari suatu petak dengan panjang lereng tertentu. Petak baku (gundul, tanpa tindakan koservasipanjang 22m dan lereng 9%) LS = 1

3. Parameter Perkiraan Sebelum Kebakaran

Untuk menghitung daya erosi akibat curah hujan digunakan rumus (R)

$R = 0,083 \times P - 1,77$ dimana P = rata-rata curah hujan tahunan (mm)

Atau Indeks Daya Erosi Hujan (R)

$R = EL_x/100$

E = energy kinetic (joule/m²/mm)

$13,32 + 9,78 \log I$

I = Intensitas hujan (mm/jam)

L_x = Intensitas hujan 30 menit terbesar (maksimum)

Untuk daerah tropika (Hudson 1965)

$E = 29,8 - 127,5/I$

$E = 13,32 + 9,78 \log I$

I diukur dengan penakar hujan otomatis

Untuk membuat Indeks daya Erosi Hujan mewakili rata-rata tahunan curah hujan, persamaan Matias $N_{DH} = N_0 + \kappa DH - 1/2 (DH)^2 / 100$

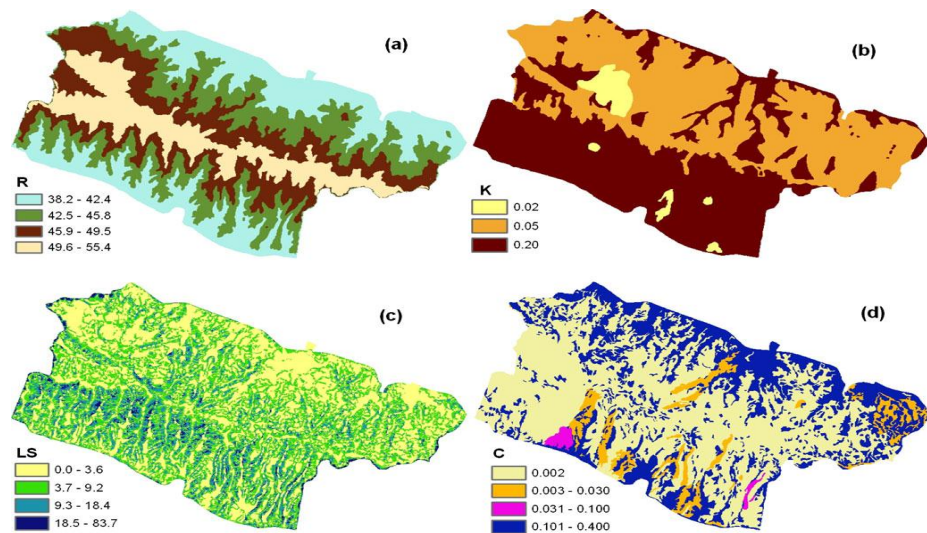
Dimana :

N_{DH} = perkiraan curah hujan tahunan (mm)

DH = perbedaan elevasi (m)

N_0 = data curah hujan dari stasion (mm)

κ = koefisien (0,5 untuk elevasi berbukit)



Gambar 1. (a) Indeks daya erosi hujan (R), (b) erodibilitas tanah (K) (c) Panjang Lereng (LS), (d) penutup tanaman (C)

Gambar ini menentukan dimana daerah rawan yang akan segera direhabilitasi setelah terjadi kebakaran. Gambar (a) menunjukkan bahwa rentannya terjadinya kawasan erosi tanah

akibat dari limpasan curah hujan, gambar (b) faktor terjadinya erosi dikawasan hutan (c) faktor panjang lereng dan kemiringan tanah, gambar (d) vegetasi tanaman.

Tabel 1. Study lokasi Pengaturan penanaman penutup tanah dan Faktor penggunaan lahan

	Hutan lebat	Lahan semak	Hutan Terdegradasi	Lahan terbuka
Area (km ²)	44.86	23.38	5.34	2.74
Area (%)	58.8	30.6	7.0	3.6
C Jumlah	0.002	0.4	0.03	0.1

Rumus untuk menghitung sudut kemiringan terhadap tingginya erosi

$LS = (l/72.6)m (65.41 \sin^2\beta + 4.56\sin\beta + 0.065)$

Dimana :

L = jumlah kumulatif kemiringan lereng (m)

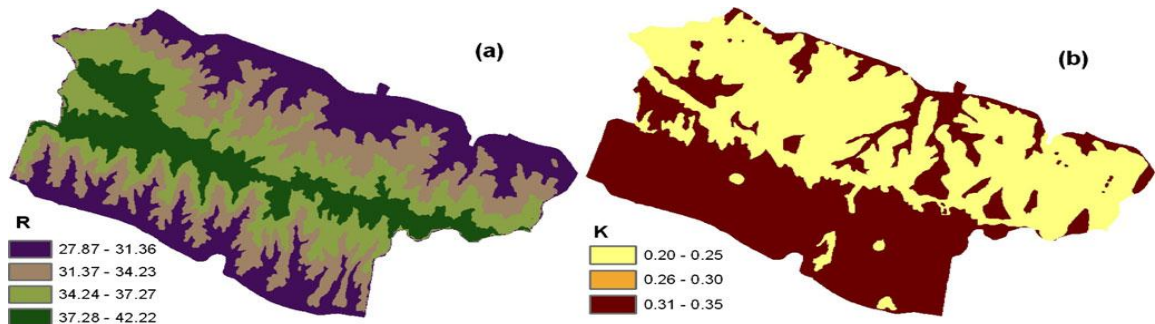
β = adalah menurun kemiringan sudut dan

m = adalah kemiringan variable kontingen 0.5 jika sudut kemiringan lebih dari 2.86o – 1.782o dan 0.2 pada lereng

4. Parameter Perkiraan Setelah Terjadi Kebakaran

Suhu tanah setelah terjadi kebakaran 460°C, sehingga mengakibatkan struktur tanah rusak, bahan organik rendah. Curah hujan rendah 40 – 65mm

(3a) dapat dilihat indeks daya erosi



Gambar 2. Setelah Kebakaran Hutan, (a) erosivitas hujan (R) dan (b) kawasan erosi tanah (K)

5. Pengukuran Erosi

Rumus untuk menghitung kemampuan kontur-log menahan erosi tanah

$$SL = \frac{1}{A} \sum_{i=1}^n \frac{Ld}{2} \left(\frac{x - \pi d}{4} \right)$$

Dimana : SL (m³/ha)

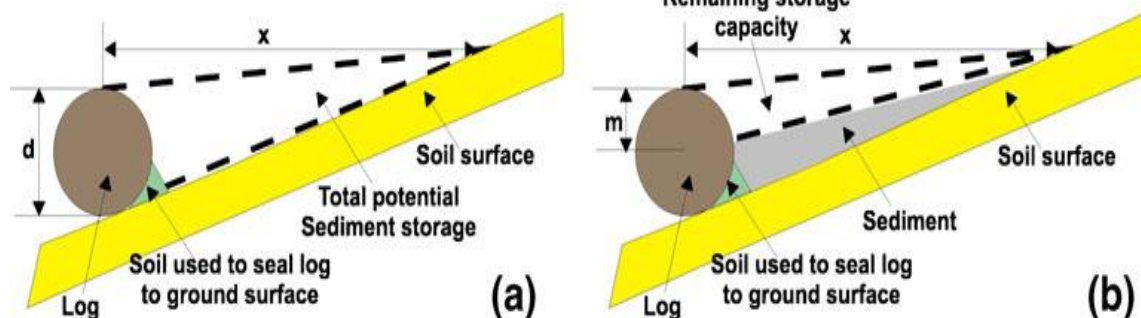
A = Daerah yang pengukuran (ha)

n = jumlah kontur-log

L = Panjang efektif dari log (m)

d = Diameter dari kontur-log

x = Jarak lereng dari bagian atas

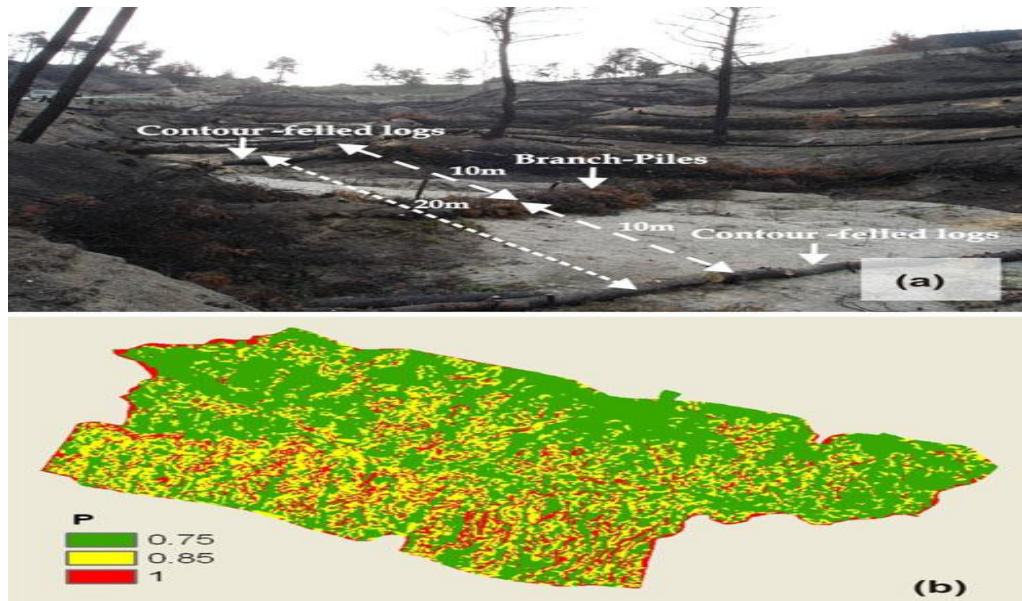


Gambar 3. Untuk mengukur Total kapasitas penyimpanan oleh kontur -log, 5a Sisa kapasitas penyimpanan

Penghitungan ini untuk membandingkan dengan metode penghitungan USLE, setelah membandingkan maka kita melihat potensial erosi berdasarkan tiga kasus yang berbeda yaitu periode waktu sebelum kebakaran hutan terjadi, periode

setelah kebakaran hutan terjadi dan periode sesudah rehabilitasi. Potensi kapasitas total penyimpanan 31,6 m³/ha, pengurangan dari sisa penyimpanan 13,9 m³/ha, yang dihitung 1 tahun setelah kebakaran, maka total potensi volume

penyimpanan 17,7 m³/ha sedimen yang dapat disimpan oleh kontur-log.



Gambar 4. Teknik rehabilitasi Hutandi Hillshades (a) setelah kebakaran hutan, Setelah kebakaran dikonservasi (b)

Pada lereng anatar 0 – 30% tumpukan cabang jaraknya 20 m dengan tinggi 0,20 cm. Diletakkan tegak lurus untuk mencegah erosi tanah. Tumpukan cabang yang diterapkan 370 m perhektar. Pada kontur tanah denga lereng 30%-50% metodenya sama dengan menempatkan cabang jaraknya 20m dan tingginya 0,20 cm dan ada tambahan 10m dari tinnggi lereng yang sama gambar 4a dengan kepadatan kontur log 450m per

hektar. Untuk lereng 50% tidak dianjurkan untuk merahabilitasi karena sangat curam dan bahaya.

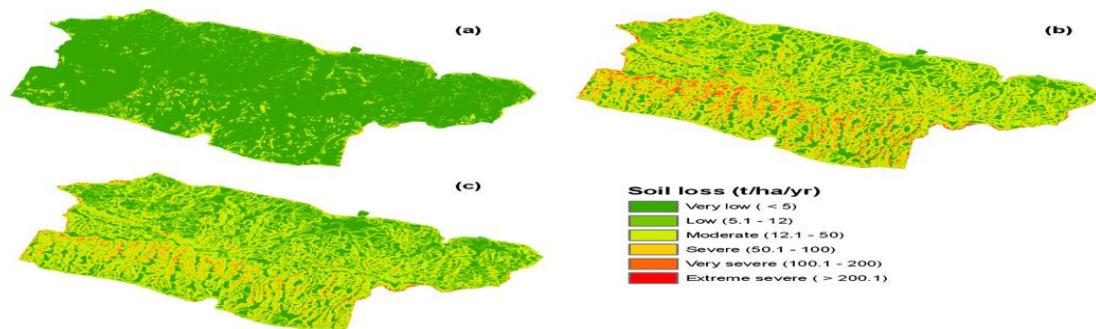
Untuk daerah vegetasi sedikit, kontur log diterapkan dibangun dengan papan kayu spesifikasi sama seperti kelas lereng di atas, dengan kepadatan papan kayu 500m per hektar. Daerah aliran sungai yang curam digunakan 894 kayu dengan tinngi 1 m untuk mengurangi erosi tanah

Tabel 2. Perlakuan Konservasi

Perlakuan konservasi	P nilai	Panjang (m)	Biaya (€)
Cabang tumpukan (lereng antara 0 dan 30%)	0,85	417.000	1.886.80
Kayu papan (lereng antara 0 dan 30%)	00,85	548.0007	2.447.700
Login teras (lereng antara 30% dan 50%)	0,75	44.000	2.235.300
Cabang tumpukan (lereng antara 30% dan 50%)	0,75	39.000	191.700
Kayu papan (lereng antara 0 dan 50%)	0,75	84.000	413.900
Lereng > 50%	1	-	-
Total		1,832,000	7,175.400



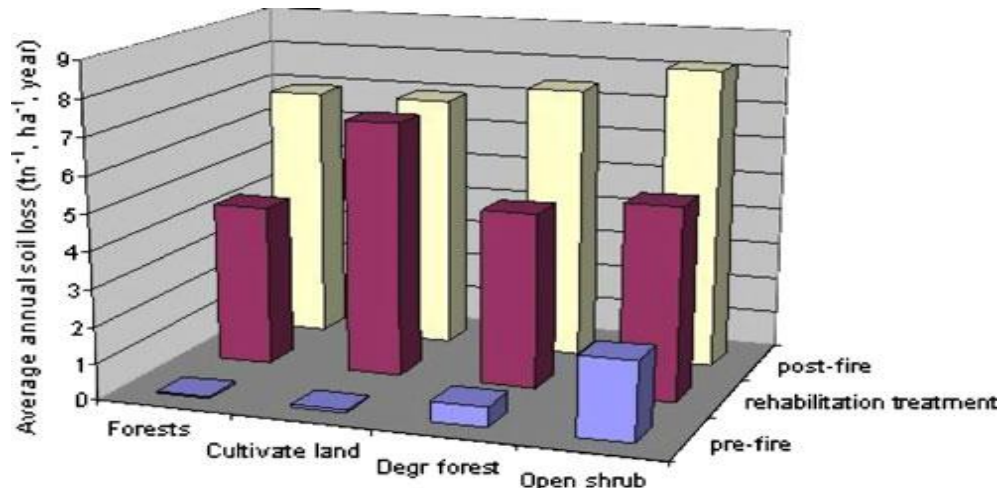
Gambar 5. Pemulihan alam yang cepat dalam 1 tahun setelah kebakaran



Gambar 6. Bahaya erosi peta a. sebelum kebakaran -, pasca-kebakaran b, dan c setelah instalasi dari langkah-langkah pengendalian erosi

Tabel 3. Kerugian tanah (t / ha / tahun) dan kelas potensi erosi tanah

Kelas Potensi erosi Tanah	Pra-api%	Pasca api%	Erosi kendali%
Sangat rendah (<5)	86,60	23,80	27,80
Rendah (5-12)	6,60	11,00	19,90
Moderat (12-50)	6,20	46,10	44,60
Parah (50-100)	0,50	15,00	6,50)
Sangat parah (100-200)	0,06	3,70	1,10
Sangat berat (> 200)	-	0,20	0,03



Gambar 7. Potensi kehilangan tanah tahunan di bawah kelas penggunaan lahan yang berbeda sebagai model USLE

Dari gambar di atas kehilangan rata-rata tanah per tahun ($t/ha/tahun$) diperkirakan USLE untuk hutan terbakar kehilangan erosi tanah sekitar 112 kali dari lahan tegalan, 13 kali untuk hutan yang terdegradasi, empat kali untuk semak terbuka. Tingginya erosi tanah di hutan karena kurangnya rehabilitasi.

HASIL

Dari hasil studi kasus wilayah di hutan Mediterania menurut USLE hilangnya erosi tanah dapat dikelompokkan kedalam 6 kelas erosi tanah yaitu wilayah yang berpotensi erosi ditemukan $2,8 \text{ ton/ha/thn}$ sebelum terjadi kebakaran, sesudah terjadi kebakaran $29,5 \text{ ton/ha/tahun}$ setelah direhabilitasi hutan erosi tanah erosi tanah $21,3 \text{ ton/ha/tahun}$. Area yang berisiko erosi sebelum kebakaran $0,6\%$, setelah kebakaran $19,1\%$ setelah direhabilitasi $7,7\%$.

Salah cara untuk mengurangi resiko erosi hutan setelah kebakaran digunakan kontur-log yaitu pohon ditebang disusun sesuai panjang lereng untuk menahan erosi tanah. Kontur -log ini memiliki kapasitas menyimpan tanah $31,1 \text{ m}^3/\text{ha}$, dihitung 1 tahun setelah kebakaran. Biaya menggunakan metode kontur-log di Amerika $720\$/\text{ha}$ di Yunani $1.420\$/\text{ha}$.

PEMBAHASAN

Metode USLE menyatakan hubungannya signifikan antara kebakaran

hutan dengan potensi erosi tanah. Penyimpanan kapasitas menahan erosi tanah dengan menggunakan kontur-log $1,7 - 4 \times$ lebih bagus daripada tidak menggunakan kontur-log. Penggunaan pagar lumpur efisein berkisar antara $68\% - 98\%$.

Ada baiknya untuk mengurangi erosi tanah dilakukan penggabungan metode dengan aplikasi penanaman vegetasi dilereng bukit, mulsa dan guludan tanah. Pemberian mulsa mengurangi resiko erosi akibat kebakaran $50-94\%$, penggunaan kontur- log tanpa mulsa $> 50\%$, guludan tanah 68% . Metode ini tidak dilakukan di Yunani karena biayanya mahal dan tidak disarankan oleh dinas kehutanan Yunani (GDRMH).

KESIMPULAN

- Metode USLE – GIS untuk menentukan tingkat seberapa besar potensi erosi tanah sebelum dan sesudah terjadi kebakaran secara kuantitatif untuk meminimalkan risiko erosi serta rehabilitasinya.
- Kekurangan metode USLE-GIS tidak dapat digunakan untuk memperkirakan potensi erosi setelah rehabilitasi, salah satu cara dilapangan untuk mengurangi resiko erosi digunakan metode penggabungan antara kontur -log, mulsa dan guludan tanah.
- Menurut USLE hilangnya erosi tanah dapat dikelompokkan kedalam 6

kelas erosi tanah yaitu wilayah yang berpotensi erosi ditemukan 2,8 ton/ha/thn sebelum terjadi kebakaran, sesudah terjadi kebakaran 29,5 ton/ha/tahun setelah direhabilitasi hutan erosi tanah erosi tanah 21,3 ton/ha/tahun. Area yang berisiko erosi sebelum kebakaran 0,6%, setelah kebakaran 19,1% setelah direhabilitasi 7.7%.

KRITIK DAN SARAN

1. Sewaktu pengambilan data dilapangan kurang lengkap hanya berdasarkan tabel panduan dari USLE
2. Penelitian ini cukup memakan waktu yang lama dan mahal bila diterapkan di Indonesia.
3. Rehabilitasi penggunaan kontur-log tidak diterapkan di Yunani karena biayanya mahal lebih dari dua kali lipat dibandingkan kebakaran di wilayah Amerika Serikat .(di Amerika 720\$/ha di Yunani 1.420\$/ha) dan tidak disarankan oleh Dinas kehutanan (GDRMH) di Yunani
4. Sebaiknya rehabilitasi hutan terbakar penggabungan antara pemberian mulsa, penanaman vegetasi dan kontur-log

DAFTAR PUSTAKA

- Agee, J. K. 1993. Fire ecology of Pacific Northwest forests. Washington, DC: Island.
- Bagnouls, F., & Gaussen, H. 1957. Les climats biologiques et leur classification. Annales de Geographie, 66, 193–220.
- Cebecauer, T., & Hofierka, T. 2008. The consequences of land-cover changes on soil erosion distribution in Slovakia. eomorphology, 98, 187–198.
- DeBano, L. F., Krammes, J. S., & Letey J. Jr 1967. Soil wettability and wetting agents: our current knowledge of the problem. USDA, Forest Service, Research Paper PSW, vol. 43, p. 13
- DeBano, L. F., Neary, D. G., & Ffolliott, P. F. 1998. Fire's effects on ecosystems. New York: Wiley.
- Dunn P. H. & DeBano L. F. 1977. Fire's effect on biological and chemical properties of chaparral soils. In: H. A. Mooney & C. E. Conrad (Eds), Proceedings of the Symposium on the Environmental Consequence of Fire and Fuel Management Ecosystems, General Technical Report WO-3, (pp. 75–84). U.S. Department of Agriculture, Forest Service.
- Flocas, A. 1994. Meteorology and climatology. Thessaloniki: Ziti. 8.
- Gagari, P., Lyrantzis, G., Baloutsos, G. & Xanthopoulos, G. (2001, September). Contribution of log erosion barriers to soil protection and vegetation recovery after wildfire in a Pinus halepensis forest, in Greece. Paper presented in the International Conference, Forest Research: A Challenge for an Integrated European Approach, Thessaloniki, Greece
- Giovannini, G., Lucchesi, S., & Giachetti, M. 1988. Effect of heating on some physical and chemical parameters related to soil aggregation and erodibility. Soil Science, 146, 255–261.
- Giovannini, G., Vallejo, R., Lucchesi, S., Bautista, S., Ciompi, S., & Liovet, J. 2001. Effects of land use and eventual fire on soil erodibility in dry Mediterranean conditions. Forest Ecology and Management, 147, 15–23.
- González-Pelayo, O., Andreu, V., Campo, J., Gimeno-García, E., & Rubio, J. L. 2006. Hydrological properties of a Mediterranean soil burned with different fire intensities. Catena, 68, 186–193.
- Hickey, R. 2000. Slope angle and slope length solutions for GIS. Cartography, 29, 1–8.

- Hudson, N. 1985. Soil conservation. London: Batsford Academic and Educational.
- Karydas, C., Sekuloska, T., & Silleos, G. 2008. Quantification and site-specification of the support practice factor when mapping soil erosion risk associated with olive plantations in the Mediterranean island of Crete. *Environmental Monitoring and Assessment*. doi:[10.1007/s10661-008-0179-8](https://doi.org/10.1007/s10661-008-0179-8).
- Kitahara, H., Okura, Y., Sammori, T., & Kawanami, A. 2000. Application of Universal Soil Loss Equation (USLE) to mountainous forests in Japan. *Journal of Forest Research*, 5, 231–236.
- Koppen, W. 1931. *Grundriss der Klimakunde*. Berlin: Walter de Gruyter.
- Kutiel, P., Lavee, H., Segev, M., & Benyamini, Y. 1995. The effect of fire induced surface heterogeneity on rainfall–runoff–erosion relationships in an eastern Mediterranean ecosystem, Israel. *Catena*, 25, 77–87.
- Lee, S. 2004. Soil erosion assessment and its verification using the Universal Soil Loss Equation and Geographic Information System: a case study at Boun, Korea. *Environmental Geology*, 45, 457–46.
- Lufafaa, A., Tenywaa, M., Isabiryeb, M., Majaliwaa, M., & Woomerc, P. 2003. Prediction of soil erosion in a Lake Victoria basin catchment using a GIS-based Universal Soil Loss model. *Agricultural Systems*, 76, 883–894.
- MacDonald, L. 1989. October. Rehabilitation and recovery following wildfires: a synthesis. Paper presented at the Symposium on Fire and Watershed Management, Sacramento, California
- Mathias. 1919. La pluie en France. *Annales de Physique XI*
- Mati, B., & Veihe, A. 2001. Application of the USLE in a savannah environment: comparative experiences from East and West Africa. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 22(2), 138–155.
- Mayor, A., Bautista, S., Llovet, J., & Bellot, J. 2007. Post-fire hydrological and erosional responses of a Mediterranean landscape: seven years of catchment-scale dynamics. *Catena*, 71, 68–75.
- Merritt, W., Letcher, R., & Jakeman, A. 2003. A review of erosion and sediment transport model. *Environmental Modelling & Software*, 18, 761–799.
- Miles, S., Haskins, D. & Ranken, D. 1989, October. Emergency burn rehabilitation: cost, risk, and effectiveness. Paper presented at the Symposium on Fire and Watershed Management, Sacramento, California